

交差点での交通安全対策が子どもの視線・意識 に及ぼす影響に関する分析

友田 光子¹・海野 遥香²・橋本 成仁³・吉城 秀治⁴・氏原 岳人⁵

¹学生会員 岡山大学大学院 環境生命科学研究所 (〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中三丁目 1-1)

E-mail: ppgp4q6i@s.okayama-u.ac.jp

²正会員 東京理科大学助教 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)

E-mail: unoharuka@rs.tus.ac.jp

³正会員 岡山大学学術研究院環境生命科学学域教授 (〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中三丁目 1-1)

E-mail: seiji@okayama-u.ac.jp

⁴正会員 福岡大学助教 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0180福岡県福岡市南区七隈八丁目 19-1)

E-mail: syoshiki@fukuoka-u.ac.jp

⁵正会員 岡山大学学術研究院環境生命科学学域准教授 (〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中三丁目 1-1)

E-mail: ujihara@okayama-u.ac.jp

我が国の生活道路では、子ども達が関わる歩行者事故が多発している。事故統計より、交通事故の多くは子どもの安全不確認や飛び出しが原因であることが明らかになっている。子どもが飛び出す要因として、横断判断能力が欠如している点に加え、横断前の安全確認不足が指摘される。本研究では、子どもの認知や判断の段階に関する知見を深めるため、交差点に導入されている安全対策が歩行時の視線、及び交差点での止まろうと思う行動意識にどのような影響があるのかを検証することを目的とする。

分析結果より、子どもの歩行時の視線及び止まる意識に対する足跡マークの有用性が示された。足跡マークを設置することで歩行時に交差点をより手前の位置から注意を向けさせることができ、同時に交差点での止まる意識向上にも効果的であることが明らかとなった。

Key Words: Children, Pedestrian, Residential Road, Gaze behavior, Traffic safety

1. 背景と目的

我が国の生活道路での交通事故は、その地域周辺に住む子ども達が関わる歩行者事故が多発していることが特徴として挙げられる。生活道路上で発生した歩行者事故に着目すると、四輪車と事故に遭う歩行者のうち 12 歳以下が占める割合が非常に高く、全体の 27%を占めている¹⁾。特に、小学校 1~3 年生が事故に遭う場合が多く、小学校 1 年生に関しては、歩行中死者・重症者数は 6 年生の約 3.6 倍²⁾となっている。低学年での事故が多発する要因の一つに、道路の歩行経験が低いことが考えられる。既存研究より、子どもは歩行者としての能力や周辺環境の危険リスクに対する認識能力が大人よりも低く、多くの交通場面において不安全な行動を行ってしまうことが分かっている³⁾⁶⁾。例えば、仮想空間でのシミュレーション実験において、子どもの年齢と道路環境での危険認識能力の関係性を分析した研究では、車などの障害

物により一部視界が遮られるような場面では年齢によって認識能力に差がみられ、7-9 歳の低年齢層では危険認識率が他の年齢層に比べて低い結果となった⁷⁾。同様に、稲垣らの研究では横断場面での判断能力も年齢に比例し、小学生（特に低学年）は成人に比べて車両速度に対応した判断ができていないこと等により、大人よりも危険な横断判断をしてしまう割合が高いという結果が得られた⁸⁾⁹⁾。我が国の小学生は徒歩が主な通学手段であり、多くの子供たちが小学校まで子供たちだけで登下校していることが大きな特徴といえる。加えて、小学生になることで個人の行動範囲も広がることから、小学生になりたての 1 年生（7 歳児）の事故が際立って多くなっているのではないかと予測できる。従って、通学や習い事など日常的に利用する道路において、子どもの歩行者の安全を確保することは重要な課題であるといえる。

事故統計¹⁰⁾や子どもの交通事故に関する研究結果¹¹⁾よ

り、子どもの歩行中における交通事故の多くは、子ども側の安全不確認や飛び出しが原因であることが明らかになっている。子どもの交通行動に関する研究では、歩行者シミュレーターを用いた実験より、子どもたちは切迫感の程度が増すにつれ横断歩道外での横断や飛び出しといったリスクな行動を故意にとる頻度が高まることが分かり¹²⁾、こうした行動をとらない様トレーニングが必要であると指摘した。また、子どもたちが交通場面で感じる危機感と交通行動とは関連性がみられ、交通場面において危機感を抱くことでより安全な横断行動を行うことに繋がるという結果がみられた一方で、危険リスクの少ない場面では慎重になりすぎることが、逆に危ない横断判断をしてしまう傾向がみられた¹³⁾。子どもたちが様々な交通場面において自身の行動が原因で危機的な状況に陥らないためにも、安全不確認や飛び出しといった不安全行動を減らす必要がある。同時に、仮に子どもたちが不安全な行動をしてしまった場合でも、彼らの安全を確保できるような街路空間の構成が必要である。

人が何か行動を起こすまでのプロセスは「認知」「判断」「行動」の3段階にモデル化できる。子どもが飛び出してしまふ要因としては、既存研究で明らかになっているように横断判断能力が欠如している点（判断エラー）に加え、横断前に立ち止まって左右を見ないといった安全確認不足（認知エラー）が指摘できる。子どもの視覚探索は大人よりも全体的に効率が低いことが分かっている¹⁴⁾。一方で、Leeの研究¹⁵⁾によると、交差点の視認性を高めることで子どものリスク認知能力を向上させられることが示唆された。これらの結果から、子どもが交通状況での安全行動を促すためにはまず、子どもの「認知」に働きかける街路空間での注意喚起対策の重要性が伺える。そこで本研究では、「認知」というものを客観的に捉えるために視線挙動に着目し、なかでもじっと見ている状態の「注視」に基づき子どもの「認知」を評価し、併せて判断に至るまでの行動意識の部分に焦点を当てる。

既存の道路に導入されている交通安全対策は主にドライバーへ注意を促すため、路面標示などを用いて事前に危険箇所を明示しており、既存研究においてもドライバーへの効果を検証したもの¹⁶⁻¹⁹⁾が多くみられる。しかし、これらの安全対策が歩行者にどのような影響を与えたかを分析した研究は少ない。また、近年生体反応に関する分析も各方面で行われており、その重要性が高まっている。我々の先行研究として、生活道路走行時の運転者のストレス反応に着目した研究²⁰⁾では、高齢者とのすれ違いがドライバーのストレス要因になることを明らかにした。生体反応の中でも視覚に着目したのものとして、接近する車の数・動き、自転車の速度、また歩行者の有無といった応じた様々なシナリオにおいてサイクリストの視

線挙動を明らかにした研究²¹⁾²²⁾や、眼球角度及び眼球速度の変化と道路空間の認知に要する時間との関係を明らかにした研究²³⁾等がみられる。子どもに関連したものとして、Biassoniらの研究²⁴⁾では、歩行者として道路を横断する際に大人は交差点周辺の様々な場所を頻繁に見ているのに対して、子どもは交差点とは関係のない場所を見つめていることが多いことが分かった。この様に、交通場面においてドライバー、サイクリストや歩行者の生体反応を分析した研究が散見される中、子どもの視線挙動を扱って交通安全対策の検討を行っている研究は見られない。

そこで本研究では、行動プロセスの内、認知と行動に至る前段階の意識の部分に着目し、交差点に導入されている既存の安全対策が子どもの歩行時の視線、及び交差点での止まろうと思う行動意識にどのような影響があるのかを検証することを目的とする。子どもの視線挙動を把握することで、子どもの視点・視野に関する多くの知見を収集し、今後子どもの身体的特徴を考慮したより効果的で安全な街路空間の考案に役立てられると考えられる。

2. 本研究の調査概要

(1) 調査対象

本調査では岡山市の御野小学校に実験への協力を依頼し、学童保育に通う小学校1年生～3年生の児童計84人を対象に実験を行った。内訳としては、1年生が34人、2年生が31人、3年生が19人である。視線計測が正常に行えない可能性を考慮し、眼鏡をかけていない児童のみを被験対象者とした。実験及びアンケート調査は全て放課後の学童保育時間中（午後2時～5時）に行った。

(2) 視線計測実験

視線計測実験では被験者である小学生を対象に、交差点に向かって歩行している風景の動画をモニター画面に映し、視線計測機を用いて子どもの視線を計測した。実験機器の配置及び実験風景を図-1に示す。視線計測機は、機器のセンサーが人の目を感知するのに適した距離

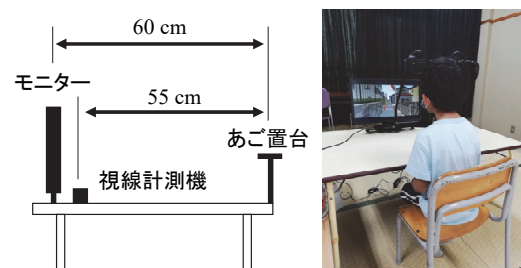


図-1 実験機器の配置（左）と実験時の風景（右）

を取って配置した。

今回の研究では、クロスマーク、ドットライン、ポラード、交差点カラー舗装、足跡マーク、路側帯カラー舗装の 6 つの安全対策を取り上げた (図-2 参照)。これらは生活道路において、交通事故防止対策の一環として一般的に導入されている対策の一部である。今回の研究では、道路制約条件に縛られず、資金的な面でも比較的導入しやすいソフト的な対策を中心として選定した。これらの対策の中で、足跡マークのみが歩行者へ直接注意を促している対策である。足跡マークは、主に子どもの歩行者へ交差点での注意喚起を目的として、足元に「とまれ」の文字とともに足跡のマークが描かれた対策である。

歩行風景の動画は VR 作成ソフト (UC-win/Road Ver.13 Adv) を用いて作成した。動画における視点高さは、日本人の小学生 1~3 年生の平均身長²⁹⁾を参考にして 1.1m とした。同様に、歩行速度も日本の 5-9 歳の子どもの平均速度²⁹⁾を参考にして 4km/h に設定し、約 30m の距離を交差点に向かって歩いている動画 (各動画約 30 秒) を用意した。動画では歩行者視点で細街路を歩き、車道幅員が 5m、路側帯が両側に幅員 1m 設置されている生活道路と交差する交差点に進入する状況を作成した。こうした細街路交差点は、今回対象とした御野小学校の学区内に多く存在していることに加え、子どもの飛び出し危険性が高く、都道府県によっては足跡マークの設置場所として規定されている場所もあるため、本実験ではこのような歩行環境を用意した。生活道路に関しては、車道幅員は警察庁による生活道路の定義として車道幅員が 5.5m 未満であること、また路側帯は道路交通法の基準を参考にして幅員を設定した。

被験者の視線計測には、非接触式モニター用視線追尾・視線計測システム (Ditect 社の QG-Plus) を用いた。感性工学や心理学の分野では、人間の視覚と行動や理解・認識との関係性を分析する研究においてこの機械が

用いられており、その有用性が示されている。例えば、視覚から行動意図を予測し、視線のみで車いすを操縦させるシステムの構築に関する研究²⁷⁾や、書面の行間・箇条書きといった視覚的なレイアウトの工夫と人の理解度との関係を明らかにした研究²⁸⁾などがみられる。この機械を用いることで、被験者は機器を装着することなく視線を計測できるため、身体的・心理的な負担が少ないことから、今回の実験の被験者である子どもたちの視線計測が可能であると判断した。

(3) 実験後のアンケート調査

被験者が低学年の小学生であったため、アンケート調査はこちらが用意した調査表に基き、調査員が子ども達に聞き取りをする形で口頭でのアンケート調査を行った。調査概要を表-1 に示す。アンケート調査は全て視線計測実験を実施した後に行った。

問 2 では、交差点での子どもの止まる意識に効果のある対策は何かを分析するため、安全対策の組み合わせが異なる交差点の街路図 (静止画) に順位を付けて評価してもらった。使用した静止画は、視線計測実験の時に取り上げた安全対策と同じ 6 種類を 2 水準 (あり・なし) とし、実験計画法に基づいて表-2 に示す通り 8 パターン用意した。本研究では主に問 2 の回答データを用いて分析を行った。

3. 安全対策が子どもの歩行時の視線に及ぼす影響に関する分析

本研究では、注視の定義として福田²⁹⁾の研究を参考にし、0.165 秒以上停留したものを注視点として抽出している。また、視線が検出されなかったデータは除外して

表-1 アンケート調査概要

調査名	子供の歩行時における経験や交通安全意識に関する調査
調査期間	2020年10月13日-11月25日
実施場所	御野小学校の学童保育「わかたけクラブ」
回答数	84
形式	口頭でのアンケート調査
対象	小学校1年生~3年生
調査項目	【問1】個人属性 【問2】交差点街路の並べ替え評価 【問3】普段の主な通学方法について 【問4】遊びに行くときの移動手段について 【問5】ヒヤリハットや歩行態度に関して注意された経験について 【問6】交通安全に対する意識について よくしている ~ 全くしていない(5件法)

表-2 アンケート調査に使用した街路図のパターン表

カードNo.	クロスマーク	ドットライン	ポラード	交差点カラー舗装	足跡マーク	路側帯カラー
A	あり	あり	あり	あり	あり	あり
B	なし	あり	あり	あり	なし	なし
C	あり	なし	なし	あり	なし	あり
D	なし	なし	なし	あり	あり	なし
E	あり	なし	あり	なし	あり	なし
F	なし	なし	あり	なし	なし	あり
G	あり	あり	なし	なし	なし	なし
H	なし	あり	なし	なし	あり	あり

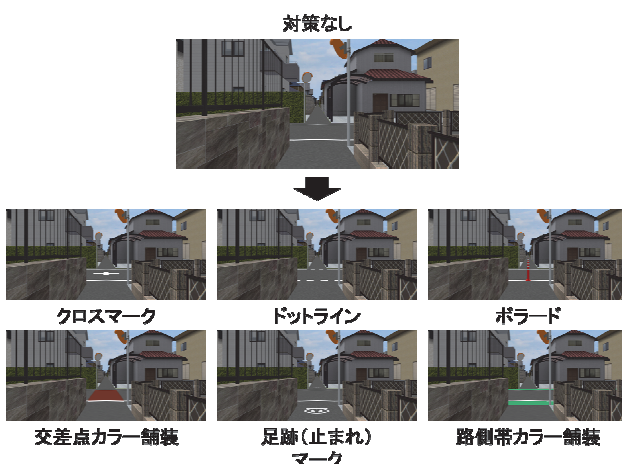


図-2 被験者視点から見た各安全対策一覧

いるため、各動画でサンプル数が異なっている。

(1) 動画エリア別の注視点分析

各動画における注視点の傾向を把握するため、視聴画面を図-3 に示す様に道路、正面、それ以外の 3 つのエリアに分け、安全対策ごとに各エリアでの注視傾向への効果の違いを検討した。各エリアは、画面中央にある消失点を基準に設定した。正面エリアは、交差点及びその周辺（前方）を見ていると捉えるため、地面だけでなくより空間的に見ていることを想定して設定した。

それぞれのエリアにおいて、各動画での平均注視率及び統計的な差の検定結果を表-3 に示す。道路及び正面エリアにおける注視率に関して、正規性の検定を行ったところ正規性が確認されなかったため、Kruskal-Wallis 検定と多重比較 (Steel-Dwass 法) を行った。道路・正面以外のエリアでは正規性が確認されたため、一元配置分散分析と多重比較 (Tukey 法) を行った。

道路エリア (Kruskal-Wallis test: P = 0.0030) では、「対策なし」に対し「足跡マーク」での注視率が 1%有意水準で統計的に高くなっている。つまり、足跡マークを置いた場合、対策がない道路に比べて道路（地面）部分を見る割合が高くなることが分かった。これは、足跡マークが地面部分に設置されているため、足跡マークに注目することで道路エリアでの注視率が自ずと高くなったのではないかと考えられる。

正面エリア (Kruskal-Wallis test: P < 0.001) では、「対策なし」に対し「ポラード」での注視率が 1%有意水準で統計的に高くなっており、ポラードがある道路では対策がない道路に比べて正面エリア（前方）を見る割合が高くなることが分かった。今回の調査ではポラードを道路中央に設置しており、ポラードに注目することで正面エ

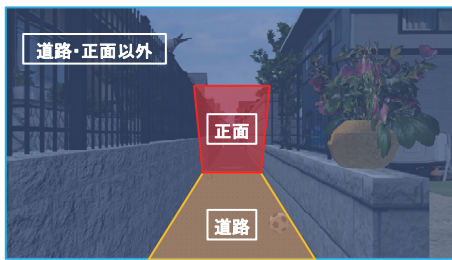


図-3 道路・正面・それ以外のエリアとした範囲

リアでの注視率が高くなったと推測できる。また、「ポラード」は「対策なし」のみならず、「クロスマーク」「ドットライン」「足跡マーク」「路側帯カラー舗装」といった複数の安全対策に対して注視率が統計的に高くなった。つまり、正面エリアへの注視集約力が他の安全対策に比べて強いことが分かった。

ここで、道路・正面エリアでの分析結果を踏まえると、道路や正面の注視率が高い対策の場合、周辺への注視時間が劇的に減少し、周辺の危険に気が付きにくい可能性が考えられる。そこで、道路・正面エリア以外の注視行動も、対策なしの場合と比較検証した。道路・正面以外のエリア (One-way ANOVA (Welch) : F (6, 237.0) = 4.5116) においては、「対策なし」に対し「ドットライン」での注視率が 1%有意水準で統計的に低い結果となった。この結果より、ドットラインがあることで、道路・正面以外の周辺環境を注視する割合が低くなることが示唆された。また、道路及び正面エリアでの注視率が「対策なし」や他の安全対策に比べ高くなった「ポラード」「足跡マーク」での注視率に関して、道路・正面以外のエリアでは「対策なし」との統計的な差は見られなかった。つまり、仮に「ポラード」や「足跡マーク」を置いた場合、それぞれの対策に注視が集まったとしても「対策なし」のときに比べて周辺を見なくなることはないことが示唆された。

(2) ポラード・足跡マークに着目した分析

本節では、動画全体（約 30m の歩行動画）を 5m 間隔で 6 つの区間に分け、交差点からの距離別に交差点の注視率の比較を行った。交差点端部から 0~5m 区間を A1、5~10m 区間を A2、10~15m 区間を A3、15~20m 区間を A4、20~25m 区間を A5、25~30m 区間を A6 と定義した。交差点の注視率は、抽出した注視点データと視線計測時にレコードされた視野映像を照らし合わせながら映像をコマ送りで観察し、被験者が交差点範囲を注視していたもの（アイマークが交差点範囲に重なったもの）を集計した。

3(1) 節の分析より、「ポラード」「足跡マーク」は「対策なし」に比べ、対策が置いてあるエリア内での注視率が統計的に高いという結果が得られた。このことから、注目（視線）を集めるという点でこの二つの対策は

表-3 エリア別各動画における平均注視率[%]と統計的な差の検定結果

	対策なし (S1)		クロスマーク (S2)		ドットライン (S3)		ポラード (S4)		交差点カラー舗装 (S5)		足跡マーク (S6)		路側帯カラー舗装 (S7)		Kruskal-Wallis test/ One-way ANOVA $\chi^2 / F (6, 237.0)$	多重比較結果
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE		
道路	7.7	0.81	10.5	1.03	10.0	0.99	9.5	0.89	10.5	1.05	14.1	1.20	9.4	1.06	19.8380 **	S6>S1**, S6>S7*
正面	31.1	2.23	27.6	1.71	29.3	1.84	40.9	2.37	32.4	2.14	30.1	1.97	27.2	1.67	25.3945 **	S4>S1, S2, S3, S7**, S4>S6*
道路・正面以外	52.3	2.16	48.7	2.08	41.2	2.16	51.9	1.80	53.0	1.93	54.4	1.95	48.0	2.11	4.5116 **	S3>S1, S4, S5, S6**

* p < 0.05, ** p < 0.01

他の対策より効果を発揮しており、交差点の存在を注意喚起するために役立っているのではと考えられるため、「ボラード」と「足跡マーク」の動画に着目して分析を進めた。

交差点からの距離別に、各動画において交差点への注視率に差があるかを比較検定した結果を表-4 に示す。

「対策なし」では、区間ごとに注視率が異なるという結果 (Friedman test: $P = 0.0167$) ではあったが、多重比較では区間ごとに統計的な差は見られなかった。「ボラード」では、交差点からの距離にかかわらず、交差点の注視率に統計的な差は見られないという結果 (Friedman test: $P = 0.2070$) となった。「足跡マーク」では、区間ごとに注視率に差が見られる (Friedman test: $P < 0.001$) とともに、A1 及び A2 (0~5m, 5~10m) 区間において他区間より有意に注視率が高かった。

今回の実験結果より、道路に足跡マークを設置することで交差点を注視し始めるタイミングに差がみられ、交差点より約 10m 手前の地点から交差点をよく見始める可能性が示唆された。従って、足跡マークの設置は交差点や交差点周辺での認知能力の向上に寄与できるのではないかと考えられる。対して、ボラードを設置した場合は足跡マークと同様の傾向はみられず、ボラードでは交差点への注視率向上にあまり効果を発揮していないことが分かった。

4. 交差点での止まる意識に対する効果に関する分析

前章までの分析では、交差点での安全対策が子どもの歩行中の注視挙動に与える影響を明らかにした。しかし、注視挙動だけでは実際の行動への影響を評価することはできていない。そこで、本章では行動を起こそうとする意識の部分に着目し、安全対策の子どもに対する効果を意識面から検証した。

各安全対策が子どもの交差点での止まる意識に及ぼす影響について明らかにするため、アンケート調査の結果を基にコンジョイント分析を行った。2 章で述べた通り、被験者には安全対策の組み合わせが異なる交差点の街路

図 (静止画) に順位を付けて評価してもらい、その回答結果を用いた。コンジョイント分析を通して、全体評価の中から各安全対策の部分的な効用値を算出することで、子どもたちの止まる意識に対してそれぞれの安全対策がどの程度影響するのかを明らかにした。

アンケート調査結果の基礎集計を図-5 に示す。これより、1 位として最も多く選ばれたのは A の静止画であり、これは全ての安全対策が導入された交差点街路である。次に多かったのが H で、これはドットライン、足跡マークと路側帯カラー舗装の 3 つが施された交差点街路である。対して、1 位としての選択率が低く、かつ 8 位としての選択率が最も高かったのが G の静止画である。この静止画は、クロスマークとドットラインのみが導入された交差点街路である。

コンジョイント分析より得られた各水準の部分効用値及び重要度を図-6 に示す。安全対策ごとに部分効用値を見ると、クロスマークとドットライン以外の対策において、水準が「あり」である方が止まる意識を高める方向に相関がみられた。つまり、ボラード、交差点カラー舗装、足跡マーク、路側帯カラー舗装の導入は、子ども達の交差点での止まる意識に効果的であることが示された。また、重要度に着目すると、足跡マークの値が最も大きくなっており、足跡マークの導入が止まる意識に最も効果的であることが明らかとなった。他の安全対策に関して、足跡マークの次にボラード、路側帯カラー舗装の順に止まる意識に効果的であることが示された。足跡マークと他の安全対策のアイテムレンジには大きな差があり、足跡マークが他の安全対策を大きく上回る効果を発揮していることが伺える。

ここで留意点として、今回のコンジョイント分析結果の決定係数が 0.224 と低い値であることが挙げられる。つまり、交差点での止まる意識に関しては、今回対象とした安全対策以外の他要因の影響が大きい可能性が指摘できる。実際の交通場面では安全対策の有無の他に、自動車や自転車といった交通状況や交差点の見通しをはじめとした空間的な要因などが交差点での行動意識に関係していると考えられる。本調査では、こうした要因を考慮できていないことが低い決定係数となった原因の一つであると推測される。

表-4 交差点からの距離別に交差点の注視率 [%] を統計的に比較検定した結果

	0-5m (A1)		5-10m (A2)		10-15m (A3)		15-20m (A4)		20-25m (A5)		25-30m (A6)		Friedman test χ^2	多重比較結果
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE		
対策なし	1.5	0.31	1.2	0.32	0.5	0.15	0.3	0.10	0.6	0.20	0.5	0.17	13.8310 *	
ボラード	1.0	0.34	1.3	0.35	0.6	0.22	0.3	0.14	0.7	0.23	0.6	0.24	7.1884	
足跡マーク	3.4	0.49	2.0	0.37	1.3	0.32	0.7	0.26	0.9	0.29	0.4	0.14	75.8141 **	A1>A3, A4, A5, A6**, A2>A4, A6**, A2>A5

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

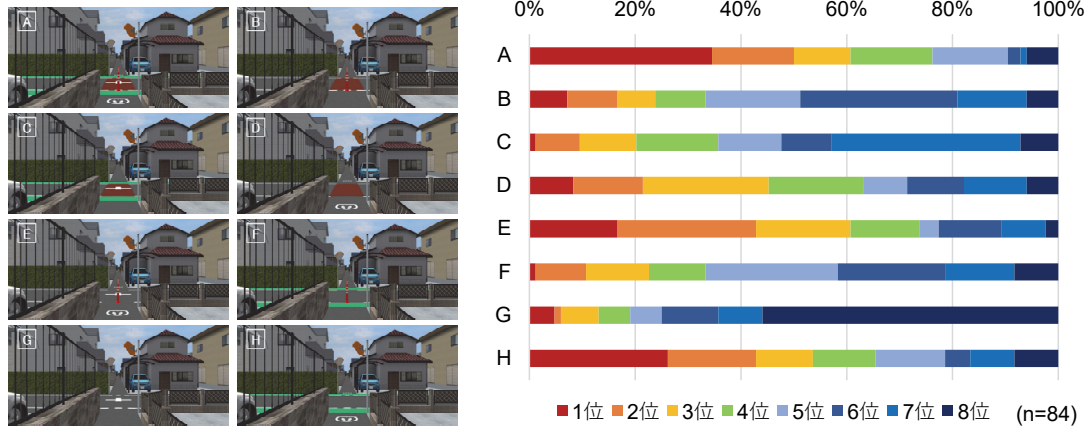


図-5 アンケート調査に使用した街路図一覧(左)と順位評価の基礎集計結果(右)

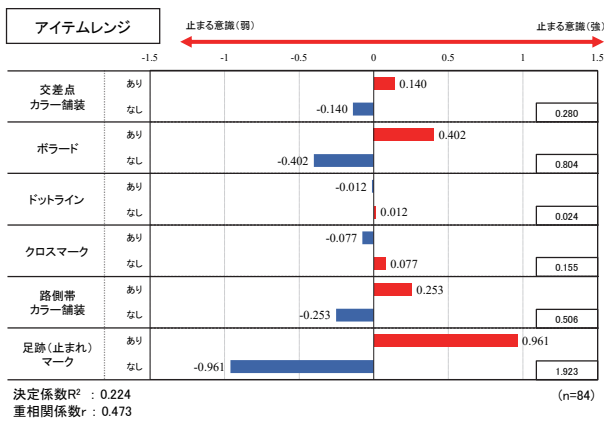


図-6 各対策の部分効用値及びアイテムレンジ

安全対策に比べて高かったため、足跡マークの効果が子ども達の視線挙動や意識に大きく関わってきたのではないかと考えられる。

一方で、既存研究で明らかになっているように、ドライバーへの注意喚起として効果の見られる交差点でのカラー舗装が、子ども歩行者に対しては視線集めるという観点から、また止まる意識を高めるという観点からも効果があまり高くないことが分かった。つまり、ドライバーと歩行者、もしくは大人と子どもでは、同じ対策であっても効果が異なってくる可能性が示唆された。従って、街路での交通安全対策はドライバー・歩行者といった利用形態や年齢を考慮し、それぞれに対して効果の高い安全対策の組み合わせを検討していく必要がある。

5. おわりに

(1) 結論

本研究では、日本の生活道路において一般的に導入されている6種類の安全対策の、子ども歩行者の視線挙動及び止まる意識に及ぼす影響を明らかにした。その結果、今回対象とした安全対策の内、子どもの歩行時の視線及び止まる意識に対する効果として、足跡マークの有用性が示された。足跡マークを設置することで、歩行時に交差点をより手前の位置から意識させることができ、同時に交差点での止まる意識にも効果的であることが明らかとなった。2章で述べた通り、幼稚園や小学校において行われている交通安全教育を通し、子どもたちはこの足跡マークを見たら必ず立ち止まることを徹底指導されている。その教育の成果が今回の実験結果に反映されたといえる。このことから、今後も引き続き交通安全教育を行っていくことに加え、生活道路での危険リスク箇所には足跡マークを積極的に導入していくべきであることが示された。今回研究で取り上げた安全対策のうち、足跡マークのみが子どもの歩行者に向けられた対策であることに加え、交通安全教育などにより対策の認知度が他の

(2) 本研究の課題

今回の研究では各種安全対策の効果に関して仮想環境での検証にとどまっており、実環境での検証は行っていない。今後は自動車や自転車等の交通の影響を考慮し、より現実に近い状況での交差点環境において子どもたちの交通行動を分析していくことが本研究の課題であると考えられる。また、本調査の実験では画面上で歩行動画を見るだけの検証にとどまっている。安全対策が子ども歩行者の行動に実際にどのように作用しているのかを分析するため、観測調査を行う必要があると考えられる。

謝辞: 本研究はタカタ財団の研究助成を頂き実施いたしました。この場を借りて、深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 交通事故総合分析センター「生活道路上の歩行者事故の特徴～子どもの横断・飛び出しに注意～」ITARDA INFORMATION No.98.
- 2) 警察庁交通局「歩行中児童の交通事故の特徴等について」平成31年3月28日.
- 3) Ampofo-Boateng, K., Thomson, J.A., 1991. Children's perception of safety and danger on the road. Br. J. Psy-

- chol. 82(4), 487–505.
- 4) Barton, B.K., Morrongiello, B.A., 2011. Examining the impact of traffic environment and executive functioning on children's pedestrian behaviors. *Dev. Psychol.* 47(1), 182–191.
 - 5) Whitebread, D., Neilson, K., 2000. The contribution of visual search strategies to the development of pedestrian skills by 4–11 year-old children. *Br. J. Educ. Psychol.* 70(4), 539–557.
 - 6) Meir, A., Parmet, Y., Oron-Gilad, T., 2013. Towards understanding child-pedestrians' hazard perception abilities in a mixed reality dynamic environment. *Transp. Res. F* 20, 90–107.
 - 7) Meir, A., Oron-Gilad, T., Parmet, Y., 2015. Are child-pedestrians able to identify hazardous traffic situations? Measuring their abilities in a virtual reality environment. *Saf. Sci.* 80, 33–40.
 - 8) 稲垣具志, 寺内義典, 大倉元宏: 生活道路における子どもの横断判断特性に関する実験的考察, 土木計画学研究・論文集, Vol.71, No.5, p. I_665-I_671, 2015.
 - 9) Tapiro, H., Oron-Gilad, T., Parmet, Y., 2016. Cell phone conversations and child pedestrian's crossing behavior; a simulator study. *Saf. Sci.* 89, 36–44.
 - 10) 警察庁「生活道路におけるゾーン対策推進調査研究報告書」平成 23 年 3 月.
 - 11) 宮崎萌, 森本章倫: 通学路で発生した子どもの交通事故に関する実証的研究, 都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp. 649-654, 2016.
 - 12) Charron, C., Festoc, A., Guéguen, N., 2012. Do child pedestrians deliberately take risks when they are in a hurry? An experimental study on a simulator. *Transp. Res. F* 15(6), 635–643.
 - 13) Wang, H., Morgan, C., Li, D., Huang, R., Schwebel, D.C., 2021. Children's fear in traffic and its association with pedestrian decisions. *J. Saf. Res.* 76, 56–63.
 - 14) Kovesdi, C.R., Barton, B.K., 2013. The role of non-verbal working memory in pedestrian visual search. *Transp. Res. F* 19, 31–39.
 - 15) Lee, G., Park, Y., Kim, J., Cho, G.H., 2016. Association between intersection characteristics and perceived crash risk among school-aged children. *Accid. Anal. Prev.* 97, 111–121.
 - 16) 橋本成仁, 西浦哲哉, 三村泰広: 速度抑制効果に着目した道路のカラー舗装に関する研究, 都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.715-722, 2015.
 - 17) 三村泰広, 稲垣具志, 李泰榮, 野田宏治, 北畠正巳, 荻野弘: 眼球運動からみた交差点カラー舗装化による注意喚起の定量化に関する基礎的研究, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.40, CD-ROM, 2009.
 - 18) Ando, R., Inagaki, T., Mimura, Y., 2011. Does colored pavement make non-signalized intersections safer? A case study in Japan. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 20, 741–751.
 - 19) 永見豊, 鈴木晴子, 滝沢正仁, 木嶋彰: アナモルフオーシスを用いた路面立体表示のデザイン, 交通工学論文集, 第 3 巻, 第 2 号, p.A_230-A_237, 2017.
 - 20) 海野遥香, 橋本成仁: 生活道路走行時の歩行者すれ違いによるドライバーのストレス反応の要因に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.73, No.5, p. I_643-I_649, 2017.
 - 21) Kováčsová, N., Cabrall, C.D.D., Antonisse, S.J., de Haan, T., van Namen, R., Nooren, J.L., Schreurs, R., Hagenzieker, M.P., de Winter, J.C.F., 2018. Cyclists' eye movements and crossing judgments at uncontrolled intersections: An eye-tracking study using animated video clips. *Accid. Anal. Prev.* 120, 270–280.
 - 22) Mantuano, A., Bernardi, S., Rupi, F., 2017. Cyclist gaze behavior in urban space: An eye-tracking experiment on the bicycle network of Bologna. *Case Studies on Transport Policy* 5(2), 408–416.
 - 23) 白柳洋俊, 林信吾, 倉内慎也, 吉井稔雄: 眼球角度が道路空間認知に与える影響分析, 交通工学論文集, 第 7 巻, 第 2 号, p. A_119-A_125, 2021.
 - 24) Biassoni, F., Bina, M., Confalonieri, F., Ciceri, R., 2018. Visual exploration of pedestrian crossings by adults and children: Comparison of strategies. *Transp. Res. F* 56, 227–235.
 - 25) 政府統計の総合窓口(e-Stat)「学校保健統計調査 年次統計一表番号 1-年齢別 平均身長・平均体重・平均座高の推移」2015 年統計結果参考.
 - 26) 阿久津邦男『歩行の科学: 運動不足克服のために』不昧堂, 1975.
 - 27) 前田陽一郎: 顕著性マップに基づく全方向車椅子の視線教示システムにおける人間の目標指示についての行動意図推定, 知能と情報, 30 巻, 5 号, p. 717-724, 2018.
 - 28) 島田英昭, 平野友朗: メールの間と簡条書きが主観的理解度に与える影響, 日本心理学会第 79 回大会, 2015.
 - 29) 福田亮子, 佐久間美能留, 中村悦夫, 福田忠彦: 注視点の定義に関する実験的検討, 人間工学, 32 巻, 4 号, p. 197-204, 1996.

(?)